

## **Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps gemäß Anspruch 1 sowie ein Computerprogramm gemäß Anspruch 7.

Zur Verbesserung der Sicherheit moderner Kraftfahrzeuge und deren Insassen werden heutzutage vermehrt elektronische Hilfssysteme wie beispielsweise ein Antiblockiersystem (ABS) oder ein elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP) eingesetzt. Zur Verbesserung der Regelalgorithmen dieser elektronischen Hilfssysteme ist beispielsweise aus der EP 0 783 983 B1 ein Verfahren bekannt, welches aus den Drehgeschwindigkeiten der Räder des Fahrzeugs erkennt, ob ein Sommer- oder ein Winterreifen am Fahrzeug montiert ist. Abhängig von dem erkannten Reifen (Sommer- oder Winterreifen) werden daraufhin die Regelalgorithmen des ABS-Reglers auf den erkannten Reifen abgestimmt. Sommer- und Winterreifen weisen unterschiedliche Reifeneigenschaften, z. B. Unterschiede in der Profilsteifigkeit, auf, welche sich beispielsweise auf die maximal zu übertragende Fahrzeugverzögerung auswirken können. Die Anpassung des ABS-Reglers an den erkannten Reifen dient daher zur Verbesserung der aktiven Sicherheit.

Ferner ist aus der EP 0 578 826 B1 eine Vorrichtung zum Erfassen eines Reifenluftdruckzustands bekannt, welches einen Reifenluftdruckverlust durch Auswertung der Schwingungseigenschaften eines Fahrzeugreifens mittels einer Fourier-Analyse oder ähnlichen Verfahren bestimmt. Hierzu wird die Verschiebung einer Resonanzfrequenz, auch Peak-Frequenz genannt, ausgewertet. In Fig. 1 ist ein typisches Beispiel eines Reifens mit einer ausgeprägten Peak-Frequenz  $f_p$  bei etwa 40 Hz für einen bestimmten Reifenluftdruck dargestellt. Eine Verschiebung dieser Peak-Frequenz zu höheren bzw. niedrige-

- 2 -

ren Frequenzen hin wird von der bekannten Vorrichtung als Reifenluftdruckverlust interpretiert.

Aufgabe der Erfindung ist, ein anderes Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeug installierten Reifentyps bereitzustellen, welches die an dem Fahrzeug installierten Reifentypen aufgrund ihrer Schwingungseigenschaften erkennt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Verfahren nach Anspruch 1 gelöst.

Unter dem Begriff „charakteristische Reifeneigenschaft“ soll erfindungsgemäß eine Größe wie z. B. die Druckempfindlichkeit des Abrollumfangs des Reifens, die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz  $f_p$ , etc. verstanden werden.

Der Begriff „Peak-Frequenz“ soll im folgenden allgemein als Kenngröße für charakteristische Eigenschwingungen des Reifens verstanden werden, wobei neben der eigentlichen Eigenfrequenz z. B. auch die Dämpfung gemeint ist, die sich in Figur 1 als Breite bzw. Form der Ausprägung im Frequenzspektrum um etwa 40 Hz herum zeigt.

Unter dem Begriff „Solldruck des Fahrzeugreifens“ soll ein festgelegter Luftdruck des Reifens, wie beispielsweise ein vom Fahrzeughersteller für eine bestimmte Beladung vorgeschriebener Solldruck, verstanden werden. Dieser Solldruck ist u. a. von dem jeweiligen Fahrzeugtyp, der Fahrzeugbeladung und der verwendeten Reifendimensionen abhängig.

Die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt vorzugsweise nur, wenn der vorliegende Reifenluftdruck mit dem Solldruck des Fahrzeugreifens übereinstimmt.

- 3 -

Vorteilhafterweise erfolgt das Einstellen oder Überprüfen des Solldrucks der Fahrzeugreifen durch den Fahrzeugführer mittels eines Reifenfüllgeräts oder eines Reifenluftdruckmessers.

Vorzugsweise wird durch den Fahrzeugführer, nachdem dieser zuvor den Solldruck der Fahrzeugreifen eingestellt bzw. überprüft hat, eine Auslöseeinrichtung, insbesondere ein Resetknopf, betätigt, welche das erfindungsgemäße Verfahren startet.

Vorteilhafterweise werden die charakteristischen Reifeneigenschaften bei einem vorgegebenen Solldruck des Fahrzeugreifens in einem Kennfeld, in Form einer mathematischen Funktion oder auf ähnliche Weise abgespeichert. Beispielsweise geht aus einem solchen Kennfeld die Peak-Frequenz eines bestimmten Reifentyps mit einer bestimmten Reifengröße bei einem bestimmten Reifendruck hervor. Das Kennfeld kann auch beispielsweise Informationen über die Reifen- bzw. Lufttemperatur oder Korrekturwerte zur Eliminierung von Temperatureinflüssen beinhalten. Dieses Kennfeld kann man sich z. B. als Tabelle oder Diagramm vorstellen, wobei über die Radgeschwindigkeit  $v$  und die Peak-Frequenz  $f_p$  die unterschiedlichen Reifentypen gemäß einer Funktion  $f(f_p, v)$  aufgetragen sind. Aus diesem Kennfeld kann einerseits direkt die Peak-Frequenz  $f_p$  bei einer bestimmten Geschwindigkeit  $v$  abgelesen bzw. entnommen werden und andererseits kann auch eine Peak-Frequenz  $f_p$  bei einer bestimmten Radgeschwindigkeit  $v$  aus der Funktion  $f(f_p, v)$  ermittelt werden, z. B. per Interpolation oder Betrachtung der Steigung. Der Verlauf der Peak-Frequenz  $f_p$  über die Radgeschwindigkeit  $v$  gibt somit einen direkten Aufschluss über den vorliegenden Reifentyp. Ein solches Kennfeld muss fahrzeugspezifisch ermittelt werden.

- 4 -

Die mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft wird bevorzugt auch anderen Fahrzeugsystemen wie beispielsweise einem Antiblockiersystem (ABS), einem Fahrstabilitätsprogramm (ESP), einem indirekt messenden Reifendruckkontrollsystem (DDS) oder anderen bekannten Systemen zur Verfügung gestellt.

Dieses Verfahren zur Erkennung des Reifentyps ist auch ganz besonders geeignet zur Charakterisierung der Reifen für ein Reifendruckkontrollsystem welches auf Basis der druckbedingten Änderung des Reifenabrollumfangs  $U$  oder auf Basis der druckabhängigen Peak-Frequenz  $f_p$  arbeitet. Für diese Reifendruckkontrollsysteme stellt sich das Problem, dass die Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs  $dU/dp$  bzw. die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz  $df_p/dp$  stark vom Reifen abhängt. Zu beachten ist hierbei, dass die den Reifen charakterisierende Peak-Frequenz  $f_p$  geschwindigkeitsabhängig ist. Es ist also sicherzustellen, dass die Bestimmung der Peak-Frequenz  $f_p$  jeweils bei der selben Geschwindigkeit oder innerhalb desselben Geschwindigkeitsbereichs erfolgt. Die Peak-Frequenz hängt außerdem vom Radmoment ab, deshalb wird zur Bestimmung der Peak-Frequenz nur ein eingeschränkter Radmomentenbereich für die jeweilige Radgeschwindigkeit zugelassen oder die Peak-Frequenz wird grundsätzlich nur unter Berücksichtigung des Radmoments bestimmt. Da das betrachtete Fahrzeug nicht nur mit identischen Reifen an allen Rädern ausgestattet sein kann, können sich u. U. auch unterschiedliche Peak-Frequenzen ergeben.

Weitere bevorzugte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung von einigen Ausführungsbeispiele an Hand der Figuren.

- 5 -

Es zeigen

- Fig. 1 ein bekanntes Frequenzspektrum eines Reifens,
- Fig. 2 unterschiedliche Reifentypen/-dimensionen mit unterschiedlichen Peak-Frequenzen bei einer betrachteten Geschwindigkeit, und
- Fig. 3 die Abhängigkeit der Druckempfindlichkeit von der Peak-Frequenz bei einer betrachteten Geschwindigkeit.

In Fig. 1 ist ein typisches Frequenzspektrum eines Reifens dargestellt. Auf der Abszisse ist die Frequenz in Hertz aufgetragen und auf der Ordinate die Amplitude in einer willkürlichen Einheit. In dem gezeigten Beispiel sieht man eine ausgeprägte Peak-Frequenz  $f_p$  bei etwa 40 Hz. Das in Fig. 1 dargestellte Frequenzspektrum wird auf bekannte Weise aus dem Signal eines Sensors z. B. einem am Fahrzeug vorhandenen ABS-Sensor, welcher die Dreheigenschaft (z. B. Drehgeschwindigkeit) des Fahrzeugrads ermittelt, mittels einer Fourier-Analyse bestimmt. Hierbei ergibt sich eine ausgeprägte Peak-Frequenz  $f_p$  bei etwa 40 Hz. Die Lage der Peak-Frequenz  $f_p$  ist hierbei abhängig von den Reifeneigenschaften, wie z. B. dem Reifendruck, und der Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Das Diagramm in Fig. 2 stellt Peak-Frequenzen für unterschiedliche Reifentypen/-dimensionen A, B, C dar, wobei diese jeweils unterschiedliche Peak-Frequenzen  $f_A$ ,  $f_B$ ,  $f_C$  aufweisen. Die gezeigte Abhängigkeit zwischen dem Reifentyp und der Peak-Frequenz ist unter anderem geschwindigkeitsabhängig, deshalb gilt das Diagramm nur für eine betrachtete Geschwindigkeit bei einem bestimmten Fahrzeug. Bei anderen Geschwindigkeiten oder anderen Fahrzeugen kann diese Abhängigkeit anders aussehen. Es hat sich gezeigt, dass die Lage der Peak-Frequenz  $f_p$  geeignet ist zur Bestimmung des vorliegenden Reifentyps. Die Peak-Frequenzen können hierbei als feste

- 6 -

Werte (z. B. 40 Hz) oder als Wertebereiche (z. B. 38 Hz - 42 Hz) definiert sein, um z. B. auch vorhandene Herstellungstoleranzen der Reifen zu berücksichtigen. Der ermittelte Reifentyp kann an weitere Fahrzeugsysteme wie z. B. ABS, ESP weitergegeben werden um dort zur Anpassung von Regelalgorithmen verwendet zu werden.

In Fig. 3 ist die Abhängigkeit bzw. Korrelation zwischen der Lage der Peak-Frequenz  $f_p$  und der Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs  $dU/dp$  bei einer betrachteten Geschwindigkeit für das betrachtete Fahrzeug dargestellt. Peak-Frequenzen mit einer höheren Frequenz weisen auch eine höhere Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfangs  $dU/dp$  auf. Diese Erkenntnis wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren berücksichtigt um die Erkennungsschwellen für einen Reifendruckverlust festzulegen. Bei bisherigen Reifendruckkontrollsystemen wurden die Erkennungsschwellen unabhängig von den Reifeneigenschaften festgelegt, was bei manchen Systemen je nach Auslegung zu Fehlwarnungen oder ausbleibenden Warnungen führte. Die Berücksichtigung der Reifeneigenschaften bei einem Reifendruckkontrollsystem dient somit zum verbesserten Erkennen eines Reifendruckverlustes und zwar bei nahezu gleichen Druckschwellen für alle Reifen. Hierbei ist die Abhängigkeit zwischen der Peak-Frequenz  $f_p$  und der Druckempfindlichkeit des Abrollumfangs  $dU/dp$  z. B. in einem Kennfeld oder in Form einer mathematischen Funktion abgespeichert.

Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren in einzelnen Schritten vorgestellt.

Schritt 1: Einstellen des Solldrucks (empfohlener Reifendruck) der Fahrzeugreifen und Betätigen eines Resetknopfs zum Starten des erfindungsgemäßen Verfahrens.

- 7 -

Schritt 2: Bestimmung der Peak-Frequenz  $f_p$  bei Solldruck der einzelnen Reifen unter Berücksichtigung der Radgeschwindigkeit und des Radmoments aus dem Frequenzspektrum der Fourier-Analyse auf an sich bekannte Weise.

Schritt 3: Bestimmung der charakteristischen Reifeneigenschaften wie z. B. die Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfanges oder die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz  $f_p$  aus einem abgelegten Kennfeld (siehe Fig. 3).

Für die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens in anderen Fahrzeugsystemen (z. B. ABS, ESP, DDS) können noch die folgenden Schritte notwendig sein.

Schritt 4: Auswahl der verwendeten Erkennungsschwellen/Warnschwellen in Abhängigkeit von z. B. der Druckempfindlichkeit des Reifenabrollumfanges oder der Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz  $f_p$ .

Schritt 5: Übermittlung der geschwindigkeitsabhängigen Peak-Frequenz  $f_p$  bei Solldruck und der Erkennungsschwellen/Warnschwellen an ein nachgeschaltetes System z. B. Reifendruckkontrollsystem (DDS), ABS, ESP, etc.

Grundsätzlich könnte die Druckempfindlichkeit des Abrollumfanges oder die Druckempfindlichkeit der Peak-Frequenz über korrelierende Schwingungseigenschaften des Reifens ermittelt werden, die auch auf andere Weise ausgewertet werden können, z. B. über Auswertung einer charakteristischen Radbeschleunigung.

**Patentansprüche:**

1. Verfahren zur Erkennung des am Fahrzeugs installierten Reifentyps, **dadurch gekennzeichnet**, dass mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft, welche den am Fahrzeug installieren Reifentyp beschreibt, aus der Peak-Frequenz  $f_p$  des Frequenzspektrums mindestens eines Fahrzeugreifens bestimmt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz  $f_p$  aus dem Frequenzspektrum mittels eines numerischen Analyseverfahrens, insbesondere nach dem Prinzip der Fourier-Analyse, bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz  $f_p$  bei einer bestimmten Radgeschwindigkeit oder innerhalb eines bestimmten Radgeschwindigkeitsbereichs ermittelt wird.
4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die charakteristische Reifeneigenschaft in einem Kennfeld oder in Form einer mathematische Funktion abgespeichert ist, welches die Korrelation zwischen der Peak-Frequenz  $f_p$  der charakteristischen Reifeneigenschaft unter Berücksichtigung der Radgeschwindigkeit beschreibt.
5. Verfahren nach mindestens einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz  $f_p$  bei einem festgelegten Solldruck des Fahrzeugreifens ermittelt wird.
6. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Peak-Frequenz  $f_p$



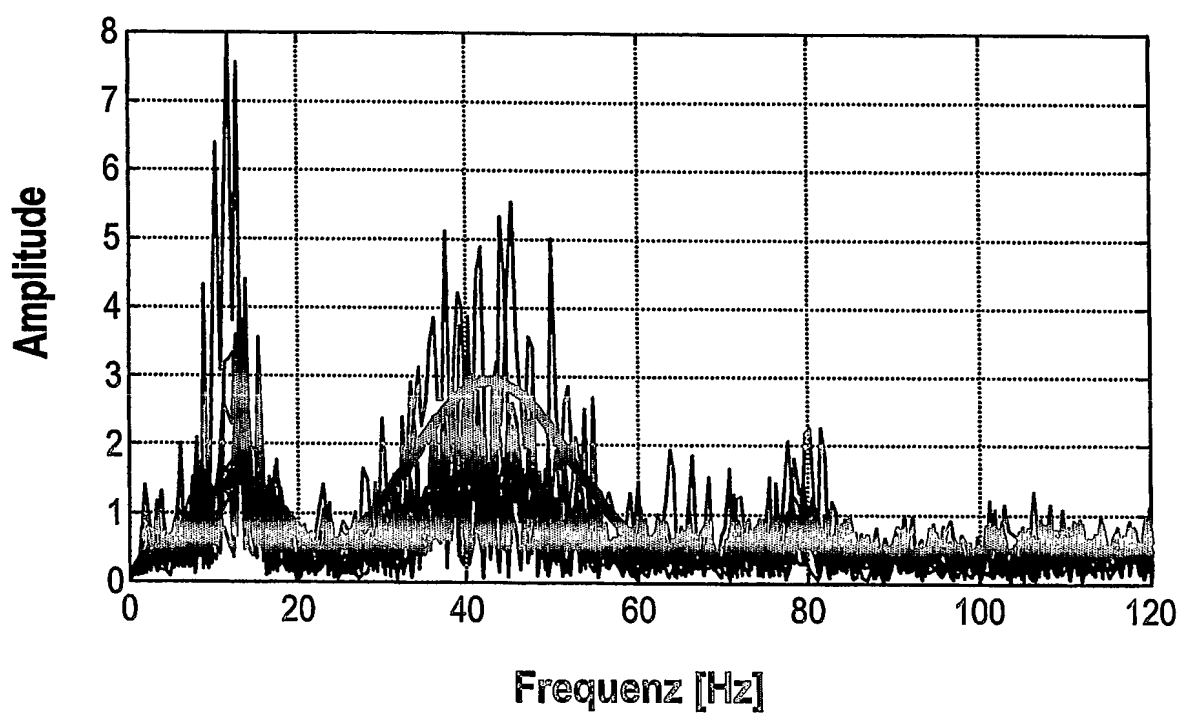
- 9 -

und/oder die mindestens eine charakteristische Reifeneigenschaft anderen Fahrzeugsystemen, wie insbesondere einem Antiblockiersystem (ABS), und/oder einem elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP) und/oder einem Reifendruckkontrollsystem (DDS), zugeführt werden.

7. Computerprogrammprodukt, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieses einen Algorithmus definiert, welcher ein Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6 umfasst.

1/2

Fig. 1



2/2

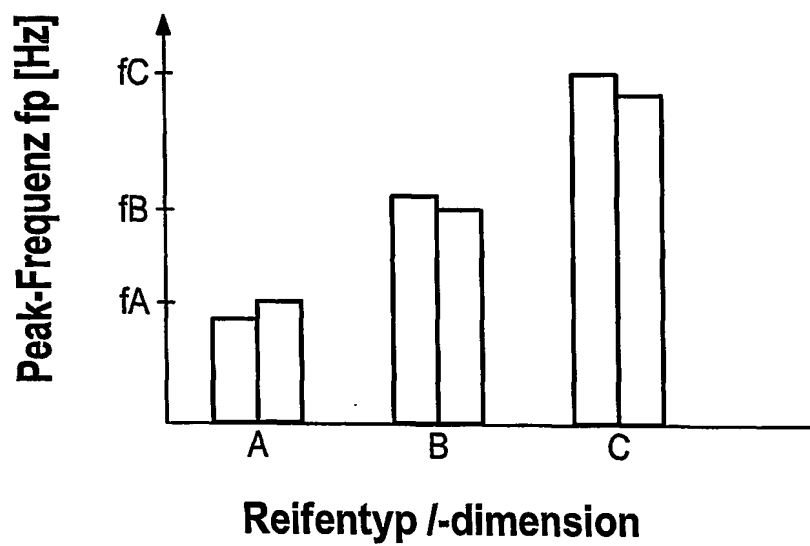


Fig. 2

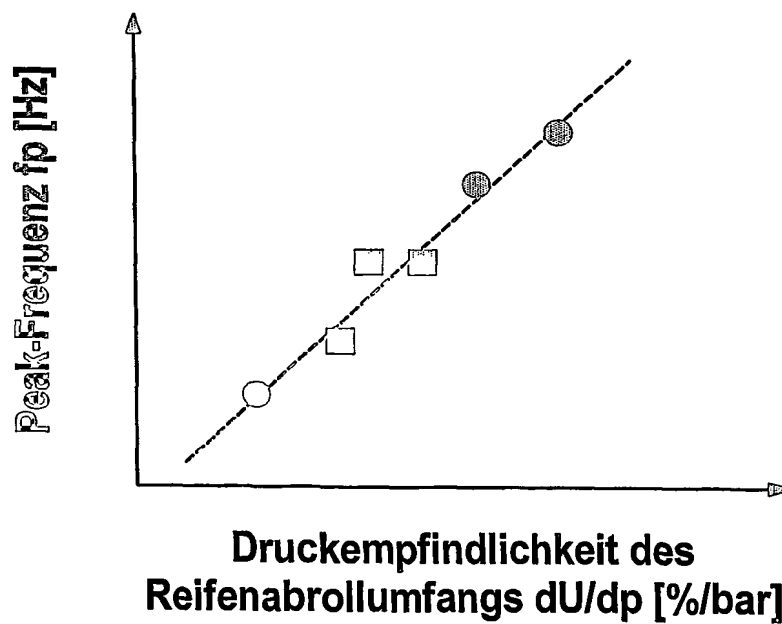


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/051424

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 B60C23/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 557 552 A (FUJIWARA KENJI ET AL) 17 September 1996 (1996-09-17) column 11, line 29 - column 12, last line ; figures 18-23 -----	1-4, 7

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 November 2004

Date of mailing of the international search report

12/11/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pesche1, W

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...formation on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/051424

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 5557552	A	17-09-1996	JP	3289375 B2	04-06-2002
			JP	6278419 A	04-10-1994
			DE	4409816 A1	29-09-1994
<hr/>					

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051424

**A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 B60C23/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 B60C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 5 557 552 A (FUJIWARA KENJI ET AL) 17. September 1996 (1996-09-17) Spalte 11, Zeile 29 – Spalte 12, letzte Zeile ; Abbildungen 18-23 -----	1-4,7



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*&amp;\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

12/11/2004

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL – 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Peschel, W

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/051424

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5557552      A	17-09-1996	JP      3289375 B2 JP      6278419 A DE      4409816 A1	04-06-2002 04-10-1994 29-09-1994
<hr/>			